© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Linzer biol. Beitr.	11/1	1-19	31.10.1979

POLLENANALYTISCHE UNTERSUCHUNG EINES SEEBOHRKERNES AUS DEM PROFUNDAL DES WÖRTHERSEES (WESTBECKEN) IN KÄRNTEN[1]

Ekkehard SCHULTZE, Wien

Zusammenfassung

Die pollenführenden Sedimente des Wörthersees reichen bis in das Ältere Spätglazial zurück.

Das "Ältere Spätglazial" ist dreigeteilt: Die vorherrschenden lockeren Rasengesellschaften werden durch einen Baumpollenvorstoß abgelöst. Auf diesen Vorstoß, dessen zeitliche Stellung noch nicht abgesichert ist (Prä-bölling?), folgt eine Juniperus-Phase. Es handelt sich wohl um eine Initialphase vor der Wiederbewaldung.

Das "Jüngere Spätglazial" beginnt mit der Wiederbewaldung durch Birken- und Föhrengesellschaften um etwa 13.000 vor heute. Die Ältere Dryas s.s. (Ic) scheint sich nicht auf das Pollenbild auszuwirken. Die Jüngere Dryas (III) zeichnet sich durch eine Erhöhung der NBP-Frequenz auf ca. 25 % aus. Gleichzeitig geht die Pinuskurve leicht zurück.

[1] Bericht über bisher vorliegende Ergebnisse im Rahmen des Forschungsprojektes 3437 des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Das Postglazial beginnt mit der Ausbreitung des EMW. Nach einer vorübergehenden Fichtendominanz löst die Buche die EWM-, Fichten- und Haselbestände ab.

Einleitung und Problemstellung

Zahlreiche neuere palynologische Untersuchungen befassen sich mit der Vegetations- und Klimaentwicklung der mittleren bis höheren Regionen Kärntens seit dem Ende der letzten großen Vereisung während der Würmeiszeit. Die Untersuchungen konnten, Dank der Möglichkeit ausgezeichnete Seebohrkerne zu gewinnen, auch auf die breiten Tal- und Beckenlagen ausgedehnt werden (FRITZ 1972, 1973; SCHULTZE 1976).

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß sich das S p ä t - g l a z i a l in Kärnten nicht einfach grobschematisch gliedern läßt. FRITZ (1972, 1973) und SERCELJ (1972) weisen auf die Eigenständigkeit der Vegetationsentwicklung im Südostalpenraum hin. Untersuchungen des Verfassers konnten diese Vermutungen zum größten Teil bestätigen. Es stellt sich sogar heraus, daß selbst innerhalb des Südostalpenraumes keine einheitliche Vegetationsentwicklung zu beobachten ist. Diese Tatsache scheint einleuchtend zu sein: Das Klagenfurter Becken, welches landschaftlich gesehen mehr oder weniger eine Einheit darstellt, weist ebensolche Verschiedenheiten in vegetationsgeschichtlicher Hinsicht auf, wie die orographisch mannigfaltig gestalteten Gebiete Oberkärntens. Der wechselnde oder zusammenwirkende Einfluß von kontinentalem, subozeanischem und Mittelmeerklima wirkt sich erheblich aus.

Stark unterschiedliche, z.T. äußerst komplizierte geologische Gegebenheiten und damit stark differenzierte Relief- und Bodengestaltung erschweren die Aussage über Klima und Vegetation der Vorzeit. Dazu kommen noch offene Fragen über die Vergleichbarkeit von Pollendiagrammen (Größe eines Sees, geologischer Untergrund, Höhenlage, Sedimenttypen, glazialgeologische Situation etc.), die den Palynologen vor große Probleme stellen. Die wichtigste Aufgabe wird vorerst darin bestehen, Kriterien herauszuarbeiten, die einen Vergleich von Pollen-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

diagrammen ermöglichen, um damit eine breitere Basis für eine Interpretation zu schaffen.

Der erste Schritt in dieser Richtung war die Beprobung eines größeren und tieferen Gewässers, bei dem Einflüsse des Orts- und Umgebungsniederschlages weitgehend ausgeschaltet werden können.

Bisher war es aus technischen Gründen (kein geeignetes Bohrgerät) nicht möglich, tiefere Seen (ab einer Tiefe von 45 m) abzubohren. In Zusammenarbeit mit der Universität Bern und der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich konnten nun einige Bohrkerne aus dem Profundal des Wörthersees abgeteuft werden.

Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

Der Wörthersee (493 m NN) liegt in einer W-E gerichteten, tektonisch vorgebildeten Längsfurche, die mehrmals von Eis überformt wurde. Das Becken wird abgegrenzt im N durch die Ausläufer der Ossiacher Tauern, die sich mit ihren höchsten Gipfeln bis über 1000 m erheben, im S von einem etwas niedrigeren Hügelzug, der durch die Senke von Reifnitz in zwei Hälften geteilt wird, deren westlicher Teil gegen Velden zu in eine Art Hochfläche übergeht. Den Abschluß im W bildet die Umrahmung der Veldener Bucht. Nach E hin öffnet sich das Tal in die Klagenfurter Ebene, die der Abfluß des Sees, die Sattnitz, durchströmt. Hier lagen einstmals große Moorgebiete, die auf eine ursprünglich größere Ausdehnung der Seefläche hinweisen[1].

"Die Entstehung des Wörthersees kann man sich etwa so vorstellen, daß bei Rückzug einer großen Gletscherzunge durch das heutige Seebecken noch ein großer Eiskörper in diesem zu liegen kam, der erst nach und nach abschmolz. Gleichzeitig wurden durch die nacheiszeitliche[2] Glan große Schottermas-

---

[1] Untersuchungen über die ehemalige Ausdehnung sind im Gange
[2] Besser: spät- und nacheiszeitliche Glan

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

sen in die Gegend der heutigen Landeshauptstadt gebracht, wodurch die Talfurche des Wörthersees abgedämmt wurde".
(SAMPL 1976: 169ff.)

Das Seebecken des Wörthersees gliedert sich in drei Teilbekken:

1. Westbecken (von Velden bis Pörtschach)
   Fläche: 7,842.244 m^2
   Volumen: 411,7976 Mio.m^3
   Max.Tiefe: 85,2 m
2. Mittelbecken (von Pörtschach bis Reifnitz)
   Fläche: 3,524.648 m^2
   Volumen: 86.6885 Mio.m^3
   Max.Tiefe: 39,9 m
3. Ostbecken (von Reifnitz bis Strandbad Klagenfurt)
   Fläche: 8,020.608 m^2
   Volumen: 317,8347 Mio.m^3
   Max.Tiefe: 73,2 m

Wörthersee gesamt:
   Fläche: 19,387.500 m^2
   Volumen: 816,3208 Mio.m^3
   Durchschnittliche Tiefe: 42,1 m

(Alle Angaben nach N. SCHULZ & L. SCHULZ, 1976: 465 ff.).

Geologie, Vegetation und Klima

Das Uferland um den Wörthersee ist aus altpaläozoischen, kristallinen Gesteinen aufgebaut, die auf weite Strecken von quartären Ablagerungen bedeckt sind (KAHLER 1931, HOMANN 1962).

Entsprechend den mannigfaltigen edaphischen und kleinklimatischen Verhältnissen herrschen bodensaure Eichenmischwälder, Birken- Kiefernwälder oder Rotbuchenwälder vor (AICHINGER & KUBIENA 1959, SCHARFFETTER 1911).

Klimatisch gesehen liegt der Wörthersee im Bereich der breiten Tal- und Beckenlagen zwischen 400 und 700 m NN.

Das Temperaturjahresmittel liegt zwischen 7,5 und 8° C. Der

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Jahresdurchschnittswert des Niederschlages beträgt 1500 bis 1800 mm (GRESSEL 1976). Die Hauptmenge des Niederschlages fällt im Juli. Häufig ist, besonders im SW, eine zweite Spitze im November (Mittelmeertief) zu beobachten.

Situation der Bohrpunkte

Das Profil "Wörthersee 5" liegt auf der Vermessungslinie Dellach-Wallerwirt (vgl. SCHULZ & SCHULZ 1976, Abb.4) etwa 500 m vom Nordufer bei einer Tiefe von 84 m. Der Bohrpunkt wurde so gewählt, daß er im Bereich des flachen Seebodens liegt, wo die Hangneigung kleiner als 5 % ist, um eventuellen Rutschungen vom Uferhang weitgehend auszuweichen.

Methodik

Profilgewinnung:

Von einer fahrenden Plattform aus, die uns das Stadtgartenamt Klagenfurt in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt hat, wurde der Seeboden an jener Stelle, die aufgrund der alten Tiefenkarte für die Bohrung geeignet erschien, mit Hilfe eines Echographen vermessen. Für die Bohrung selbst wurde ein an der ETH in Zürich entwickelter Tiefseekolbenlot (Bohrkammerlänge max. 12 m, Bohrkammerdurchmesser 65 mm) verwendet. Einem äußeren Stahlrohr liegt innen ein Plastikrohr an, welches nach erfolgter Bohrung herausgezogen und in Stücke von ca. 1 m Länge zersägt wird. Die Rohrstücke werden mit Plastikkappen verschlossen und stehend ins Labor transportiert.

Nach erfolgter Bohrung wurde die Probenentnahmestelle vermessen und auf einer Karte (1:25.000) eingetragen.

Probenentnahme:

Mit Hilfe eines glühenden Kupferstechrohres (Durchmesser 25 mm) werden in die Plastikrohre in den gewünschten Abständen Löcher gebohrt und mit einem kleineren Stechrohr (Durchmesser 20 mm) Proben entnommen. Danach werden die Rohre der Länge nach aufgeschnitten und in zwei Halbschalen zerlegt, um die stratigra-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

phischen Gegebenheiten zu überprüfen.

A u f b e r e i t u n g :
Ca. 1 ccm große Sedimentstückchen werden in bewährter Weise mit HCl, HF, HCl von anorganischen Bestandteilen befreit und nach dem Chlorieren oder Bromieren ($HCl+NaClO_3$ bzw. $HBr+NaBrO_3$) der Azetolyse nach ERDTMAN zugeführt. Parallel dazu werden ca. 5 ccm große Proben in einem 150 µ Sieb geschlämmt und die Großreste untersucht.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte in einem Gesamtdiagramm wie bei SCHULTZE (1975, 1976).

Besonderes Augenmerk soll in Zukunft auf sedimentologische und chromatographische Analyse gelegt werden[3].

Profilbeschreibung

Von 507 cm - 457 cm: hellgrauer, karbonatarmer Schluff
457 cm - 422 cm: Tongyttja
422 cm - 420 cm: Feinsandlage
420 cm - 395 cm: Dy-ähnliches Sediment
395 cm - 375 cm: dunkle Feindetriusgyttja
ab 395 cm : Grobdetritusgyttja

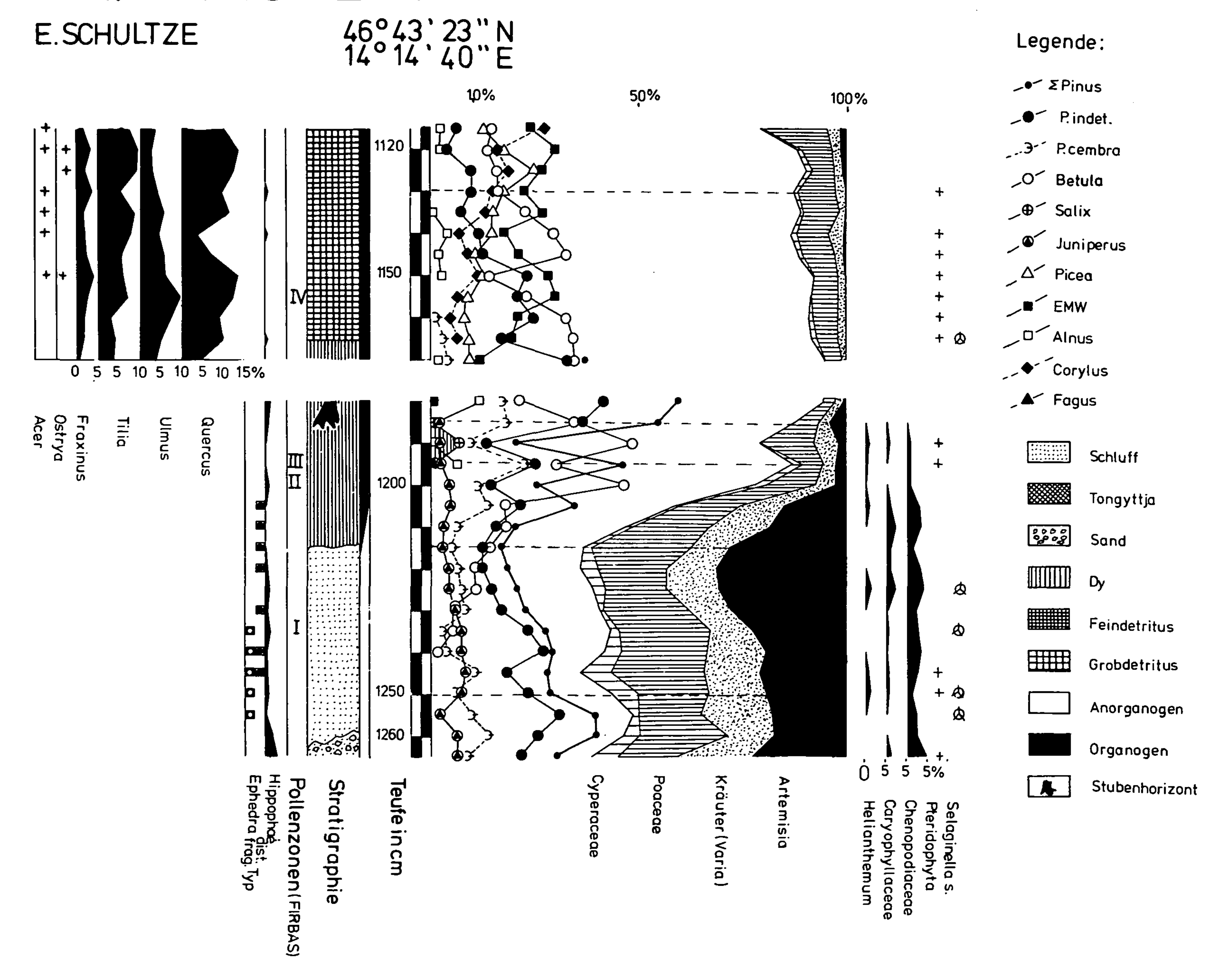
Pollenniederschlag und Vegetationsentwicklung

DA 1: 507 - 487 cm
A r t e m i s i a und poaceenreiche Krautfluren
BP[4] + STP[5]: NBP[6] = -40 % : 60 %
BP, STP: Dominant: P i n u s sp., P. m u g o , J u n i p e r u s durchschnittlich 15 %, P. c e m b r a 5 % - 10 %. Regelmäßig: S a l i x (ca. 4 %). Selten: H i p p o p h a e, E p h e d r a d i s t a c h y a - Typ.

---

[3] Derzeit laufen Schwermetallanalysen und Pigmentuntersuchungen
[4] BP = Baumpollen
[5] STP = Strauchpollen
[6] NBP = Nichtbaumpollen

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

NBP: Dominant: Artemisia. Subdominant: Poaceae und Varia[7].
Häufig: Cyperaceae. Regelmäßig: Helianthemum, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Selaginella selaginoides.
NBP-Typenzahl: maximal 19
Pollenfrequenz: kleiner als 5000/ccm.

Das Vorherrschen der NBP und die geringe Pollendichte lassen den Schluß zu, daß dieses Schluffpaket zur Zeit einer offenen Pionierphase abgelagert wurde, in der erstmals krautige Pflanzen Fuß gefaßt haben. Strauchpollenwerte (Juniperus ca. 15 %) zeigen jedoch, daß in nicht allzu großer Entfernung mit dem Vorkommen von Pioniersträuchern zu rechnen ist. In den klimatisch begünstigten, relativ früh eisfreien, randlichen Teilen könnten vereinzelt solche Arten der "Grex prostrata" wie Pinus mugo, Betula nana und B. humilis sowie Juniperus vorgekommen sein. Da im Sediment keine Großreste gefunden werden konnten, lag das Gebiet um den Wörthersee mit Sicherheit außerhalb der Baumgrenze. Die Beteiligung der Zirbe ist ebenfalls gering, wodurch der baumlose Charakter des Untersuchungsgebietes zu dieser Zeit unterstrichen wird.

DA 2: 487 - 472 cm
Erster Vorstoß der BP und STP
BP + STP : NBP = 80 % : 20 %
BP: Dominant: P. mugo und P. sylvestris-Typ (ca. 35 %).
Subdominant: Betula (20 %), Pinus cembra (20 %).
STP: Häufig: Juniperus. Selten: Hippophaë, Ephedra distachya-Typ
NBP: regelmäßig: Helianthemum, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Sporen: regelmäßig: Selaginella selaginoides
NBP-Typenzahl: 9
Pollenfrequenz: höher als 10.000/ccm

---
7) Varia = NBP außer: Artemisia, Poaceae und Cyperaceae

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Der DA 2 zeigt zum ersten Mal eine einschneidende Veränderung in der Vegetationsentwicklung. Die zunehmende Pollendichte mit der verstärkten Frequenz der BP deutet auf ein Heranrücken der Baumfront hin. Leider konnten hier - vielleicht nur wegen der großen Entfernung zum Ufer - keine Großreste von Sträuchern oder Bäumen gefunden werden. Es fehlen auch nicht deutliche Maxima der Pioniergehölze, die auf einen Übergang zu einer Waldsteppe hindeuten. Zumindest ist in unmittelbarer Nähe des Wörthersees noch nicht mit einer Baumbestockung zu rechnen.

DA 3: 472 - 462 cm:
Juniperus-NBP reiche Phase
BP + STP:NBP = 40 - 45 % : 55 - 60 %
BP, STP : Dominant: Juniperus (30 %). Subdominant: Pinus indet[8]. (max.18 %). Regelmäßig: Salix (2 %). Selten: Pinus cembra. Sporadisch: Ephedra fragilis Typ, Hippophae.
NBP: Dominant: Poaceae (ca. 27 %). Subdominant: Cyperaceae (18 %). Häufig: Artemisia (10 %). Regelmäßig: Helianthemum, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae. Sporen: Regelmäßig: Selaginella selaginoides.
NBP-Typenzahl: maximal 20
Pollenfrequenz: höher als 12.000/ccm

Der DA 3 ist gekennzeichnet durch eine regressive Entwicklung der BP Frequenz (absolutes BP Minimum im Diagramm). Das Pollenspektrum spiegelt offene Vegetationsverhältnisse wider. Dieser neuerliche Tiefstand zeigt den letzten großen Verbreitungsschwerpunkt von Artemisia. Da in diesem Bereich ebenfalls keine Großreste von Sträuchern gefunden wurden, bleibt die Frage offen, ob es sich hier um die so oft erwähnte Initialphase vor der Wiederbewaldung handelt.

DA 4: 462 - 437 cm
Pinus indet. - P. cembra Phase

---
[8] Pinus indet. = die Summe der nicht bestimmbaren Pinuspollenkörner

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

BP + STP : NBP = 85 % : 15 %

BP, STP : Dominant: Pinus indet., gegen die Obergrenze P. cembra. Subdominant: Pinus cembra, gegen Obergrenze Betula. Regelmäßig: Salix.

NBP : Dominant: Poaceae. Subdominant: Artemisia. Regelmäßig: Chenopodiaceae. Vereinzelt: Helianthemum, Caryophyllaceae

NBP Typenzahl: maximal 13

Pollenfrequenz: zu Beginn 17.000/ccm, dann 60.000/ccm

Am Übergang von DA 3 zu DA 4 vollzieht sich ein tiefgreifender Wandel der Umweltsbedingungen, der auch durch einen Sedimentwechsel anorganogenen zu organogenen, gekennzeichnet ist. Die Wiederbewaldung setzt mit einem steilen Anstieg der Pinus pollenfrequenz verbunden mit einer rapiden Abnahme der NBP und der NBP Typenzahl ein. Eine Aufschlüsselung des Pinus-pollens zeigt eine starke Beteiligung des Mugo-Typs (30 % bei 25 % Indeterminaten). Im zweiten Teil dieses Diagrammabschnittes erfolgt eine verstärkte Frequenz des Pinus cembra- und des P. sylvestris-Typs. Die NBP sind nahezu bedeutungslos. Spaltöffnungen von Pinus sp. kommen regelmäßig vor. Gegen Ende dieses DA ist mit einer Bewaldung auch der höheren Lagen des Klagenfurter Beckens zu rechnen.

DA 5 : 437 - 417 cm:

Mehr oder weniger NBP-reiche Pinus - Betula Phase.

BP + STP : NBP = 75 % : 25 %

BP, STP : Dominant: Pinus sylvestris-Typ (30%). Subdominant: Betula, Pinus cembra. Regelmäßig: Picea. Vereinzelt: Alnus, EMW[9]

Larix (0,4 %).

NBP: Dominant: Poaceae. Subdominant: Artemisia. Regelmäßig: Cyperaceae. Vereinzelt: Helianthemum, Liliaceae.

Sporen: Sporadisch: Selaginella selagino-

---

9) EMW = Eichenmischwald (Quercetum mixtum)

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

i d e s
NBP-Typenzahl: maximal 11
Pollenfrequenz: ca. 30.000/ccm
Großreste: Pinus-Spaltöffnungen, Nadelreste von P i c e a , Nüßchen von B e t u l a cf. p u b e s c e n s.

Das Pollendiagramm zeigt eine deutlich regressive Tendenz. Einem Zirbengipfel folgt ein Birkenvorstoß auf über 20 %. Zugleich tritt erstmals der Fichtenpollen (ca. 3 %) auf. Auf einen Picea-Gipfel (10 %, Nadelreste), verbunden mit einem Ansteigen der NBP auf ca. 20 % folgt nochmals ein Gipfel des P. c e m b r a - Pollens (ca. 20 %). Ebenso steigt die Frequenz des S y l v e s t r i s -Typs. Mit einer Waldauflockerung ist in den höheren Lagen des Klagenfurter Beckens zu rechnen. Die Gegend um den Wörthersee bleibt zu dieser Zeit auf alle Fälle bewaldet.

DA 6: 417 - 377 cm:
P i n u s cf. s y l v e s t r i s Phase.
BP, STP: Dominant: P i n u s s y l v e s t r i s Typ (50%).
Häufig: P i n u s c e m b r a , B e t u l a (je 13 %).
Regelmäßig: P i c e a (8 %), EMW (5 %).
NBP: keine Bedeutung.
Pollenfrequenz über 100.000/ccm.

Dieser Diagrammabschnitt zeichnet sich pollenstratigraphisch durch extrem hohe BP-Werte aus. Der wichtigste Pollentyp bleibt der Kiefernpollen, bei dem der " S y l v e s t r i s - Typ " dominiert. Der Blütenstaub mesophytischer Baumarten ist regelmäßig vertreten und deutet darauf hin, daß die Differenzierung des Waldes in Richtung der Klimaxgesellschaften in ein entscheidendes Stadium getreten ist. Gegen Ende des DA 6, in welchem wohl alle Lagen des Klagenfurter Beckens bewaldet waren, zeigt ein Zirbenpollengipfel nochmals eine kleine Klimapendelung an.

DA 7: 377 - 155 cm
BP: Dominant: zu Beginn EMW (30 %), dann Hasel (40 %), gegen Ende Fichte (30 %)
NBP: keine Bedeutung
Pollenfrequenz: über 100.000/ccm

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Großreste: Blattlagen von Quercus sp.

Im ersten, vermutlich trockenen Teil des DA 7 gewinnt zuerst der EMW, dann die Hasel eine beherrschende Rolle. Zugleich mit dem Haselmaximum tritt der erste Buchenpollen auf. Die Fichtenkurve steigt steil an.

DA 8: 355 - 335 cm
Fichten-EMW-Hasel Phase
Dominant: P i c e a . Subdominant: EMW, Hasel. Häufig: A l - n u s . Regelmäßig: F a g u s , B e t u l a .
Pollenfrequenz: über 100.000/ccm

Der DA 8 ist gekennzeichnet durch eine Fichtendominanz, die sich zwischen die Vorherrschaft des EMW und der nachfolgenden Buchendominanz einschiebt. Das Klima wurde vermutlich zunehmend feuchter. Schattholzarten wie Fichte und Buche verdrängen die lichten Wälder des älteren Postglazials.

DA 9: ab 335 cm:
Dominant: Fagus. Subdominant: Picea und EMW, gegen Ende Abies.
Pollenfrequenz: über 100.000/ccm

Mit der Buchendominanz und dem Einwandern der Tanne ist die endgültige natürliche Vegetation entstanden. Das Waldbild wird von Fagus beherrscht. An günstigen Standorten kann sich bodensaurer EMW halten, der durch den Eingriff des Menschen schließlich degradiert wird. So vollzieht sich in jüngster Zeit eine Umwandlung des EMW in bodensaure Rotföhrenwälder.

Die hangenden Profilabschnitte ab 297 cm werden an anderer Stelle behandelt werden.

Zeitliche Einstufung und Diskussion

D a t i e r u n g s p r o b l e m e :
Ausgehend von den mitteleuropäischen stratigraphischen Verhältnissen (FIRBAS 1949) konnte die Kenntnis über die Vegetationsentwicklung der ausklingenden Würmeiszeit in den letzten zwei Jahrzehnten wesentlich verbessert werden. Die Möglichkeit einer

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

absoluten Altersbestimmung von Sedimenten (^{14}C) und die verfeinerte Methodik in der Pollenanalyse haben aber nicht nur zu einem besseren Verständnis dieser Vorgänge und deren zeitlicher Stellung geführt, sondern zahlreiche neue Probleme aufgeworfen.

Eine erhebliche Schwierigkeit bereitet die Deutung vorliegender Befunde im Hinblick auf den Zeitpunkt der Wiederbewaldung, die Walddichte und -zusammensetzung, sowie die Intensität der auftretenden Klimaschwankungen. Der Zeitpunkt der Wiederbewaldung ist in bisher vorliegender Literatur recht unterschiedlich angesetzt:

1. Im A l l e r ö d :
   WELTEN (1972), KLAUS (1967,1972), BOBEK & SCHMIDT (1975, 1976), SCHULTZE (1975) u.v.a.
2. Im B ö l l i n g :
   I. BORTENSCHLAGER (1976), R. SCHMIDT (1976), FRITZ (1972, 1973), SCHULTZE (1975, 1976) u.v.a.

Diese Angaben differieren nicht nur aufgrund der verschiedenen geographischen und Höhenlage, sondern es gibt grundsätzliche Meinungsverschiedenheiten, die einerseits auf die manchmal sehr schwierige Deutung der Pollendiagramme, andererseits auf die Ungereimtheiten und Unsicherheiten bei radiometrischen Altersbestimmungen zurückgeführt werden können.

Auf alle Fälle müssen in manchen Situationen auch Verknüpfungen mit vergleichbaren Profilen zur Interpretation herangezogen werden.

Für das Klagenfurter Becken wurden in Ermangelung eigener, absoluter Altersbestimmungen Ergebnisse aus Nord- und Südtirol (I. BORTENSCHLAGER 1976, R. SCHMIDT 1974, 1976) zum Vergleich herangezogen. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß die Wiederbewaldung - laut radiometrischen Messungen - etwa um 13.000 b.p.[10] einsetzt. In vielen Profilen ist dieser Zeitpunkt (Grenze Ä l t e s t e D r y a s (Ia) - B ö l l i n g , Ib) durch einen Sedimentwechsel von Schluff zu Gyttja gekennzeich-

[10] b.p. = before present (bezogen auf 1950)

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

net. Diese Tatsache gilt auch für das Profundal der meromiktischen Seen. In Litoralprofilen tritt anstelle von Gyttja häufig Seekreide auf.

Erscheint die Verknüpfung so weit voneinander entfernter Profile (Tirol-Klagenfurter Becken) auch nicht ganz unproblematisch, ist sie in vielen Punkten doch zulässig. Ihre Vergleichbarkeit ergibt sich aus der begünstigten klimatischen Lage und einer gewissen Nähe zu den eiszeitlichen Refugialräumen.

Älteres Spätglazial (DA 1-3)

Das ältere Spätglazial umfaßt im Diagramm Wörthersee 5 die Abschnitte 1-3. Der Eisrückgang im Klagenfurter Becken ist zweifellos älter als das in den Pollendiagrammen festgestellte Interstadial Bölling (Ib) und die Älteste Dryas (Ia). Vor der beginnenden Wiederbewaldung tritt eine noch ältere "Klimabesserung" als das Bölling, der DA 2 (Präbölling?) auf. Inwieweit diese erste progressive Entwicklung mit älteren Warmphasen, dem Präbölling - oder dem Lascaux - Interstadial (vgl. LEROI-GOURHAN 1965) verknüpft werden kann, lassen auch andere Autoren (ZOLLER & KLEIBER 1971, R. SCHMIDT 1974, 1976 und I. BORTENSCHLAGER 1976) offen. FRITZ (1973) stellt eine entsprechende Diagrammlage in die Älteste Dryas (Ia) und stützt diese Annahme auf Ergebnisse von PESCHKE (1972) im Sinne von SUESS (1970), wonach ^{14}C-Datierungen im Bereich des Bölling - Interstadials (BORTENSCHLAGER 1966) einer Korrektur bedürfen. Jedenfalls begann mit dieser "Warmphase" im Spätglazial Kärntens eine Periode klimatischer Unbeständigkeit, das schrittweise in das wärmere und niederschlagsreichere Waldklima des Alleröd Interstadials überleitete (FRITZ 1973).

Während des älteren Spätglazials blieb das gesamte Klagenfurter Becken waldlos. Kräuterreiche Grasfluren, Artemisiabestän-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

de, mehr oder weniger stark von Sträuchern durchsetzt, beherrschen das Vegetationsbild.

Jüngeres Spätglazial (DA 4-5)

Die Grenze zwischen älterem und jüngerem Spätglazial soll zu jenem Zeitpunkt gezogen werden, bei dem die Wiederbewaldung einsetzt. Sollten die Radiocarbondatierungen aus Südtirol (SCHMIDT 1974) und Nordtirol (I. BORTENSCHLAGER 1976) reell sein, so wäre diese Grenze etwa um 13.000 BP anzusetzen. FRITZ (1973: 292) weist darauf hin, daß der Entwicklungsprozeß in Kärnten nicht jene auffallende Dreiteilung des Spätglazials aufweist, wie im "klassischen" Untersuchungsraum Mitteleuropas und Skandinaviens. Eine Zweiteilung sei sinnvoller, da sie dem Gang der Vegetationsentwicklung eher Rechnung trage. Das Profil Wörthersee 5 unterstreicht diese Ansicht.

Wann auch immer man diese Grenze setzen mag, es bleibt eine gewisse Unsicherheit in der Deutung der relativ hohen initialen Pinus werte. BOBEK & SCHMIDT (1976) weisen aufgrund von Verteilungsuntersuchungen der Pinus - pollentypen auf eine einleitende Pinus mugo-Phase hin. Sollten diese Ergebnisse aus dem Salzkammergut (Nordalpen) auch auf die übrigen Alpengebiete anwendbar sein, so hätte man eine Erklärung dafür, daß in vielen Diagrammen der Klimarückschlag der Älteren Dryas (Ic) deshalb nicht bemerkbar ist, weil er in einer Strauchphase, verursacht durch P. mugo, untergeht. Daraus folgt, daß in solchen Gebieten, wo mit einer starken Bestockung von Sippen des P. mugo aggr. aus der "Grex prostrata" zu rechnen ist, der Klimarückschlag der Älteren Dryas (Ic) nicht oder nur sehr selten nachweisbar ist.

Das jüngere Spätglazial beginnt im Profil Wörthersee 5 mit einem Pinus vorstoß, der zum größten Teil auf Sippen aus der Grex prostrata (P. mugo) zurückzuführen ist. Dieser Abschnitt entspricht der initialen Strauchphase im Sinne von HEEB & WELTEN (1972), ZOLLER & KLEI-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

BER (1971), SCHULTZE (1975, SCHMIDT (1976) u.v.a. und ist auf Grund der oben genannten Ergebnisse zeitlich dem Bölling-Interstadial zuzuordnen. Die Ältere Dryas (Ic) scheint sich nicht auf das Pollenbild auszuwirken. Diese Erscheinung wird auch von I. BORTENSCHLAGER bestätigt (1976).

Damit gewinnt der von WIJMSTRA (1969) verwendete Ausdruck Bølling-Allerødcomplex einige Bedeutung für den Südostalpenraum. Aus diesem Grund ist der Ausdruck "Ältere Kiefernzeit" nicht allein auf das Alleröd-Interstadial, sondern auch - mit einiger Einschränkung auf das Bölling-Interstadial auszudehnen. Das Spätglazial endet mit einer nochmaligen regressiven Phase (DA 5), wo eine letzte deutlich spürbare Klimaverschlechterung zu beobachten ist. Sie wirkt sich durch eine NBP Erhöhung auf ca. 25 %, verbunden mit einem Rückgang der Pinus-Kurve aus. Dieser Abschnitt ist ohne große Schwierigkeiten der Jüngeren Dryas (III) zuzuordnen.

Postglazial

Die Grenze Pleistozän/Holozän wird mit dem Einsetzen des EMW (ab dem DA 6) gezogen. FRITZ (1972, 1973) und SCHULTZE (1975, 1976) weisen auf sporadische Funde von Quercus-Pollen im Alleröd hin. I. BORTENSCHLAGER datiert den Beginn der EMW-Dominanz mit 9500 b.p. Der Anstieg der empirischen Kurve des EMW Pollens konnte im Profil Dürnberg II (1000 m NN, Murtal/Steiermark) vom Verfasser 1976 mit ca. 9900 BP datiert werden.

Die anfangs mehr oder weniger reinen Kiefern-Birkenbestände entwickeln sich im Verlauf des Präboreals (IV) zu EMW Beständen. Darauf folgt eine Massenausbreitung der Hasel (DA 7).

Nach einer vorübergehenden Fichtendominanz um die Mitte des Boreals (V), die durch die vorherrschenden EMW-Gesellschaften zeitlich gegenüber den montanen Beckenrändern und der inneren Nadelwaldzone etwas verzögert wird, löst die Buche

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

an der Wende B o r e a l / Ä l t e r e s A t l a n t i k u m die EMW-Fichtenbestände ab. Sie ist an den reliefreichen Hängen am Südufer des Wörthersees gegenüber Fichte und EMW konkurrenzfähiger. Gegen Ende des DA 9 mischt sich die Tanne in die bestehende Vegetation. Die natürliche Bewaldung ist nun vollzogen.

Dank

Für die Bereitstellung von Gerät und Mannschaft: Dem Stadtgartenamt der Stadt Klagenfurt, Herrn Dir.Ing.Gerhard SEYDLER, Herrn Theo LEGNER; den Stadtwerken Klagenfurt, Herrn Dipl.Ing. LIEBSCHER; der Klagenfurter Berufsfeuerwehr; der Firma Dipl. Ing. PICHL; dem Kärntner Institut für Seenforschung, Herrn Dr.Hans SAMPL; Herrn Dr.Norbert SCHULZ; Herrn Univ.Prof.Dr. Heinz LÖFFLER; den Herren Manfred BOBEK und Dr.Michael STURM; der Universität BERN und allen namentlich nicht eigens genannten Personen und Institutionen, die zum Gelingen der Untersuchungen beigetragen haben. Dank schulde ich ganz besonders dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, der dieses Projekt mit einer namhaften Summe gefördert hat.

Literatur

AICHINGER, E., 1943: Vergleichende Studien über prähistorische und historische Waldentwicklung. - Mitt.Hermann-Göring-Akademie Deutsch.Forstwiss., 1: 80-105.

AICHINGER, E., & W. KUBIENA, 1959: Boden- und Vegetationsentwicklung einiger Kärntner Fichtenwälder. - Carinthia II, 69: 5-36.

BOBEK, M., & R. SCHMIDT, 1975: Pollenanalytische Untersuchungen von See-Bohrkernen des nordwestlichen Salzkammergutes und Alpenvorlandes. Ein Beitrag zur spätglazialen bis mittelpostglazialen Vegetations- und Klimageschichte. - Linzer biol.Beitr.7/1: 5-34.

BOBEK, M., & R. SCHMIDT, 1976: Zur spät- bis mittelpostglazialen Vegetationsgeschichte des nordwestlichen Salzkammergu-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

tes und Alpenvorlandes (Österreich). Mit Berücksichtigung der P i n u s - Arten. - Linzer biol.Beitr., 8: 95-133.

BORTENSCHLAGER, S., 1966: Pollenanalytische Untersuchung des Dobramooses in Kärnten. - Carinthia II, 76: 121-129.

ERDTMAN, G., 1969: Handbook of Palynology. Morphology-Taxonomy-Ecology. An Introduction to the Study of Pollen Grains and Spores. - Scandinavian University Books, Munksgaard, 486 pp, København.

FRITZ, A., 1972: Das Spätglazial in Kärnten. - Ber.Deutsch. Bot.Ges.85, 1-4: 93-99.

FRITZ, A., 1973: Die Bedeutung des Längseemoores für die Vegetations- und Klimageschichte des Klagenfurter Beckens (Ostalpen). - Carinthia II, 163/83: 277-293.

FRITZ, A., 1973: Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetations- und Klimageschichte des unteren Gailtales (Pollendiagramm Pölland). - Carinthia II, 163/83: 295-315.

GRESSEL, W., 1976: Wetter und Klima in Kärnten. In: F. KAHLER (1976): Die Natur Kärntens 2: 267-352.

HEEB & WELTEN, 1972: Moore und Vegetationsgeschichte der Schwarzenegg und des Molassevorlandes zwischen dem Aaretal unterhalb Thun und dem oberen Emmental. - Mitt.Naturforsch. Ges.Bern, 29: 3-54.

HOMANN, O., 1962: Die geologisch-petrographischen Verhältnisse im Raume Ossiachersee-Wörthersee (südlich Feldkirchen zwischen Klagenfurt und Villach). - Jb.Geol.B.-A., 105: 243-272.

KAHLER, F., 1931: Zwischen Wörthersee und Karawanken. - Mitt. naturwiss.Ver.Steiermark, 68: 83-144.

KLAUS, W., 1967: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte Salzburgs. Das Torfmoor am Walser Berg. - Verh.Geol.B.-A., 1-2: 200-212.

KLAUS, W., 1972: Saccusdifferenzierung an Pollenkörnern ostalpiner P i n u s - Arten. - OBZ, 120: 93-116.

KLAUS, W., 1972: Spätglazialprobleme der östlichen Nordalpen. Salzburg - Inneralpines Wienerbecken. - Ber.Deutsch-Bot.Ges.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

85, 1-4: 83-92.

KLAUS, W., 1975: Über bemerkenswerte morphologische Bestimmungsmerkmale an Pollenkörnern der Gattung P i n u s L. - Linzer biol.Beitr., 7/2: 225-247.

LERCI-GOURHAN, A., 1965: Chronologie des Grottes d'Arcy-sūr Cure (Yonne). Gallia Préhistoire 7: 1-64.

PESCHKE, P., 1972: Pollenanalytische Untersuchungen im Waldviertel Niederösterreichs. - Flora 161: 256-284.

SAMPL, H., 1976: Die Seen der Tallagen. In: F. KAHLER: Die Natur Kärntens, 2: 165-266.

SERCELJ, A., 1972: Verschiebung und Inversion der postglazialen Waldphasen am südöstlichen Rand der Alpen. - Ber.Deutsch. Bot.Ges.85/1-4: 47-57.

SCHARFFETTER, R., 1911: Vorarbeiten zu einer pflanzengeographischen Karte Österreichs. - VII. Die Vegetationsverhältnisse von Villach in Kärnten. - Abh.K.K.Zool.Bot.Ges.Wien, VI/3: 1-98.

SCHMIDT, R., 1974: Pollenanalytische Untersuchungen im Raum Bozen. - Diss.phil.Fak.Univ.Innsbruck.

SCHMIDT, R., 1975: Pollenanalytische Untersuchungen zur spätglazialen bis mittelpostglazialen Vegetationsgeschichte im Raume Bozen. - Linzer biol.Beitr.7/2: 225-247.

SCHULTZE, E., 1975: Pollenanalytische Untersuchungen an zwei Profilen aus dem Goggausee in den Wimitzer Bergen in Kärnten. - Carinthia II, 165/85: 168-176.

SCHULTZE, E., 1975: Pollenanalytische Untersuchungen eines alten Hochmoorkörpers bei Etrach in den Krakau (Steiermark, Österreich). - Sitzungsber.Österr.Akad.Wiss., Math.natw.Kl., I, 184, 8-10: 421-431.

SCHULTZE, E., 1976: Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte und Waldentwicklung am Neumarkter Sattel/ Steiermark. - Mitt.naturwiss.Ver.Steiermark, 106: 193-200.

SCHULTZE, E., 1976: Ein Beitrag zur spät- und frühpostglazialen Vegetationsentwicklung Kärntens. Profil Kleinsee (447 m NN). - Carinthia II, 166/86: 197-204.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

SCHULZ, L. & N. SCHULZ, 1976: Neuauslotung des Wörthersees (Kärnten, Österreich) mit Hilfe eines Echographen. - Carinthia II 166/86: 463-466.

WELTEN, M., 1972: Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz. Verlauf, Floristisches, Chronologisches. - Ber.Deutsch.Bot.Ges., 85, 1-4: 74-96.

WIJMSTRA, T.A., 1969: Palynology of the first 30 metres of a 120 m deep section in Northern Greece. - Acta Bot.Neer.18/4: 511-528.

ZOLLER, H., & H. KLEIBER, 1971: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen und subalpinen Stufe der Tessintäler. - Verh.Naturf.Ges.Basel, 81: 90-154.

Anschrift des Verfassers: Dr.Ekkehard SCHULTZE
Institut für Limnologie
der Österr.Akademie d.Wiss.
Berggasse 18/19
A-1090 Wien
Austria